

INICIACIÓN A LA ASTRONOMÍA

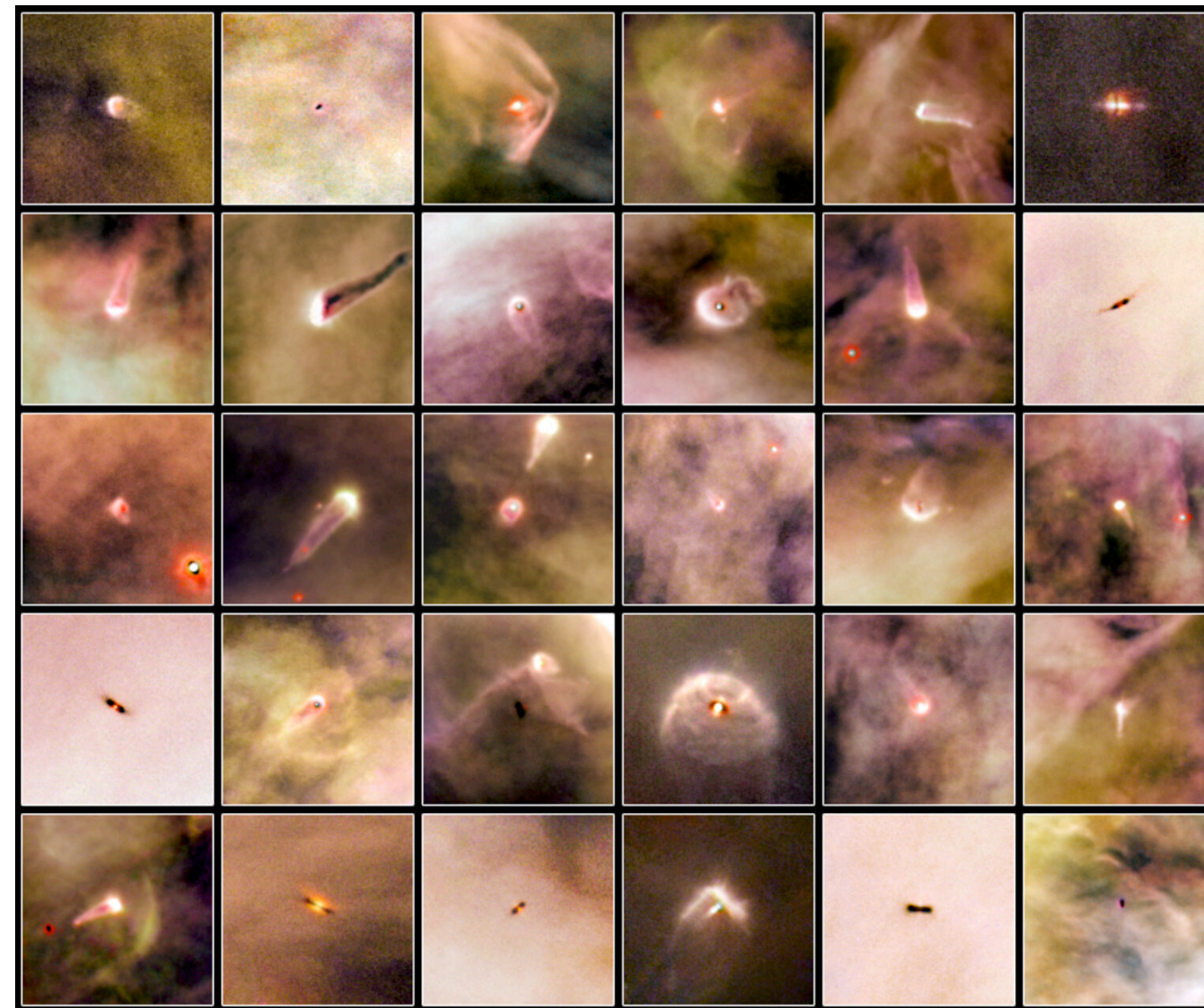
SESIÓN 2: Sistema Solar

Dr. Rafael Luque - Instituto de Astrofísica de Andalucía



Formación

- ▶ Comenzó hace 4.600 millones de años
- ▶ Colapso gravitacional de un fragmento (3 años luz de diámetro) de una nube molecular gigante (65 años luz de diámetro)



Formación

- ▶ La nebulosa protosolar tendría un tamaño entre 7000 y 20.000 AU y una masa ligeramente mayor a la del Sol
- ▶ La composición es 98% hidrógeno y helio y el 2% restante elementos más pesados creados por generaciones anteriores de estrellas cercanas



Formación

- ▶ Al colapsar la nebulosa, la conservación del momento angular hizo que girara más rápido
- ▶ Los átomos más internos empezaron a chocar más frecuentemente y liberaban energía en forma de calor
- ▶ El centro se volvió más y más caliente en comparación con el resto del disco. La “estrella” central se conoce como tipo T Tauri
- ▶ Tras 100 millones de años, la temperatura y la presión en el centro es tan alta que el hidrógeno empieza a fusionarse
- ▶ La nueva fuente de energía contrarresta el colapso gravitatorio y se alcanza el equilibrio hidrostático
- ▶ El Sol ha nacido

Formación de los planetas

- ▶ Del material restante del disco protoplanetario nacen los planetas
- ▶ El mecanismo típico es el de **acreción**: los granos de polvo en órbita se fueron pegando unos a otros hasta formar cuerpos de un par de kilómetros de diámetro (planetesimales) que fueron creciendo gracias a colisiones adicionales y atrayendo gas debido a su gravedad

HL Tau



Formación de los planetas

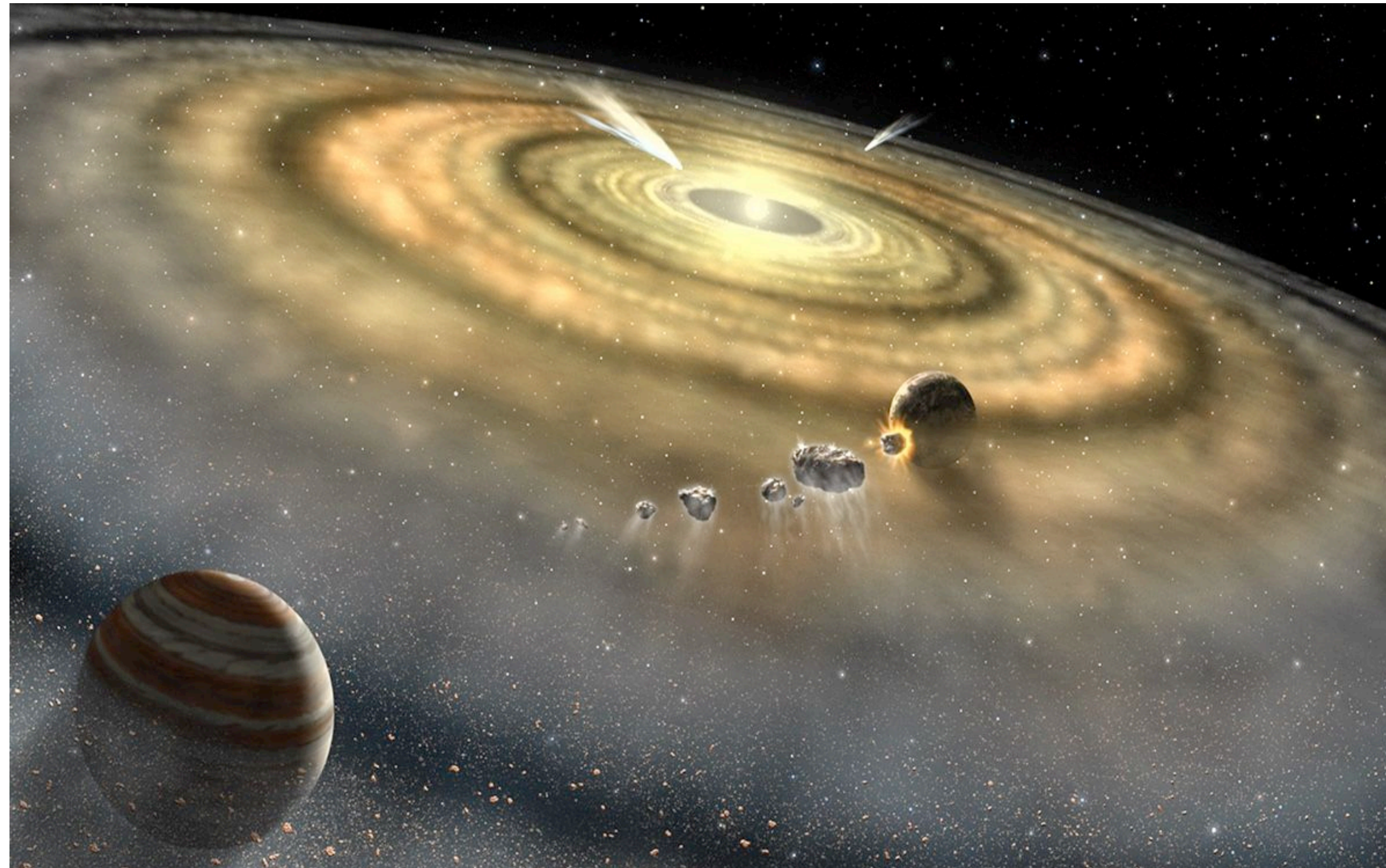
- ▶ La línea de hielo (o de condensación) marca la composición de los diferentes planetas. Se encuentra a unas 2,7 AU ($\sim -120^\circ\text{C}$) del Sol.
- ▶ Los más cercanos son demasiado calientes para condensar agua o metano, por lo que los planetas que ahí se forman son principalmente rocosos y de pequeño tamaño
- ▶ Los más alejados (a partir de Júpiter) pudieron mantener su hielo de forma sólida. Los más masivos atrajeron muchísimo gas y se convirtieron en gigantes gaseosos, mientras que los más pequeños están hechos principalmente de agua congelada

Sistema Solar



Sistema Solar

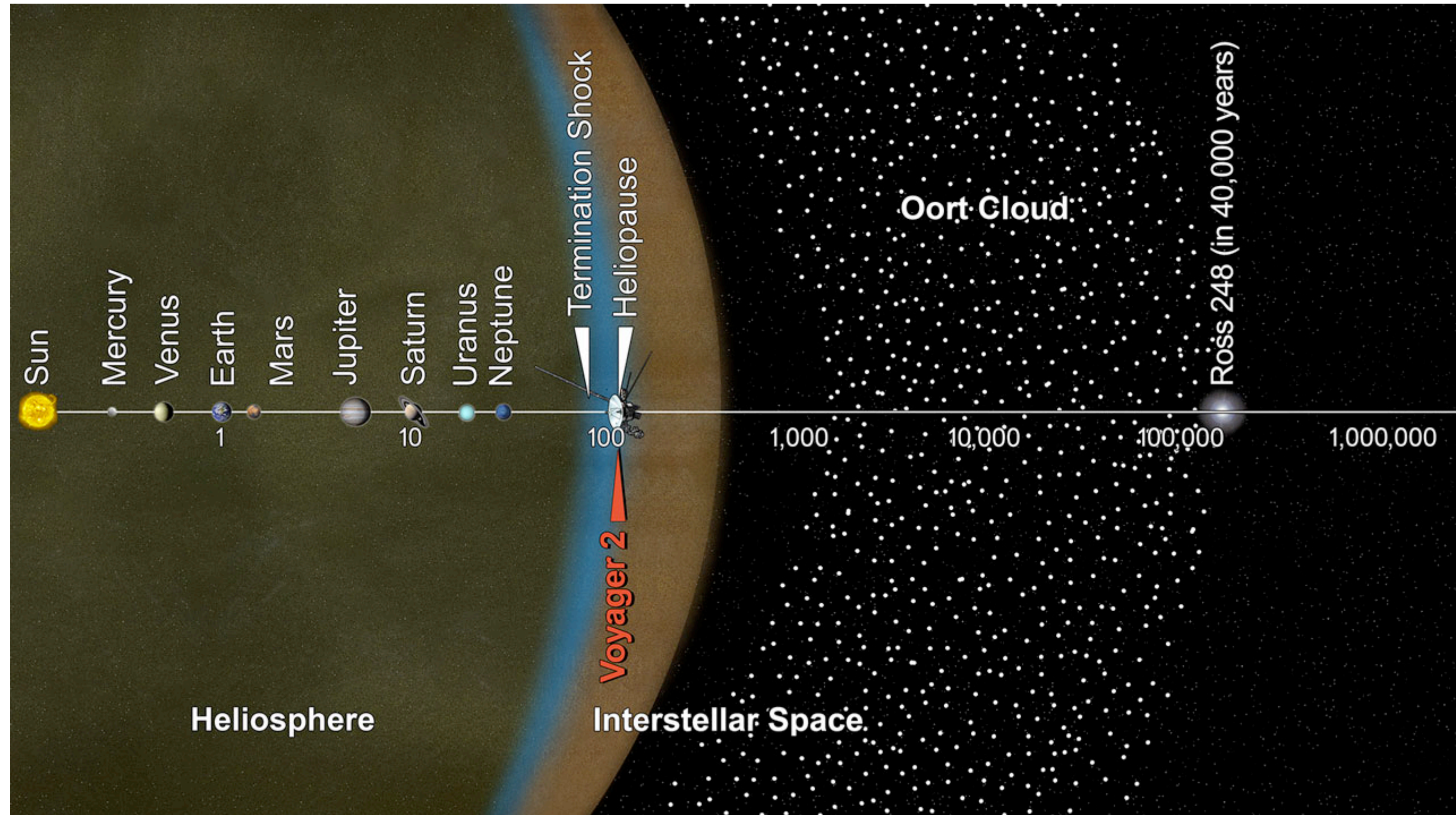
- ▶ Justo antes de la formación del Sol, los fuertes vientos solares de las estrellas T Tauri dispersaron todo el polvo y gas del disco protoplanetario, no dejando más material disponible para continuar la formación de los planetas



Cuerpos del Sistema Solar

- ▶ Sol
- ▶ Planetas: 4 internos (Mercurio, Venus, Tierra y Marte) y 4 externos (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno)
- ▶ Planetas enanos: a diferencia de los planetas no han limpiado su órbita de compañeros (Ceres, Plutón, Haumea, Makemake y Eris)
- ▶ Grandes satélites: incluye las lunas de los planetas principales
- ▶ Cuerpos menores: asteroides, cometas, objetos trans-neptunianos, centauros y troyanos

Distancias



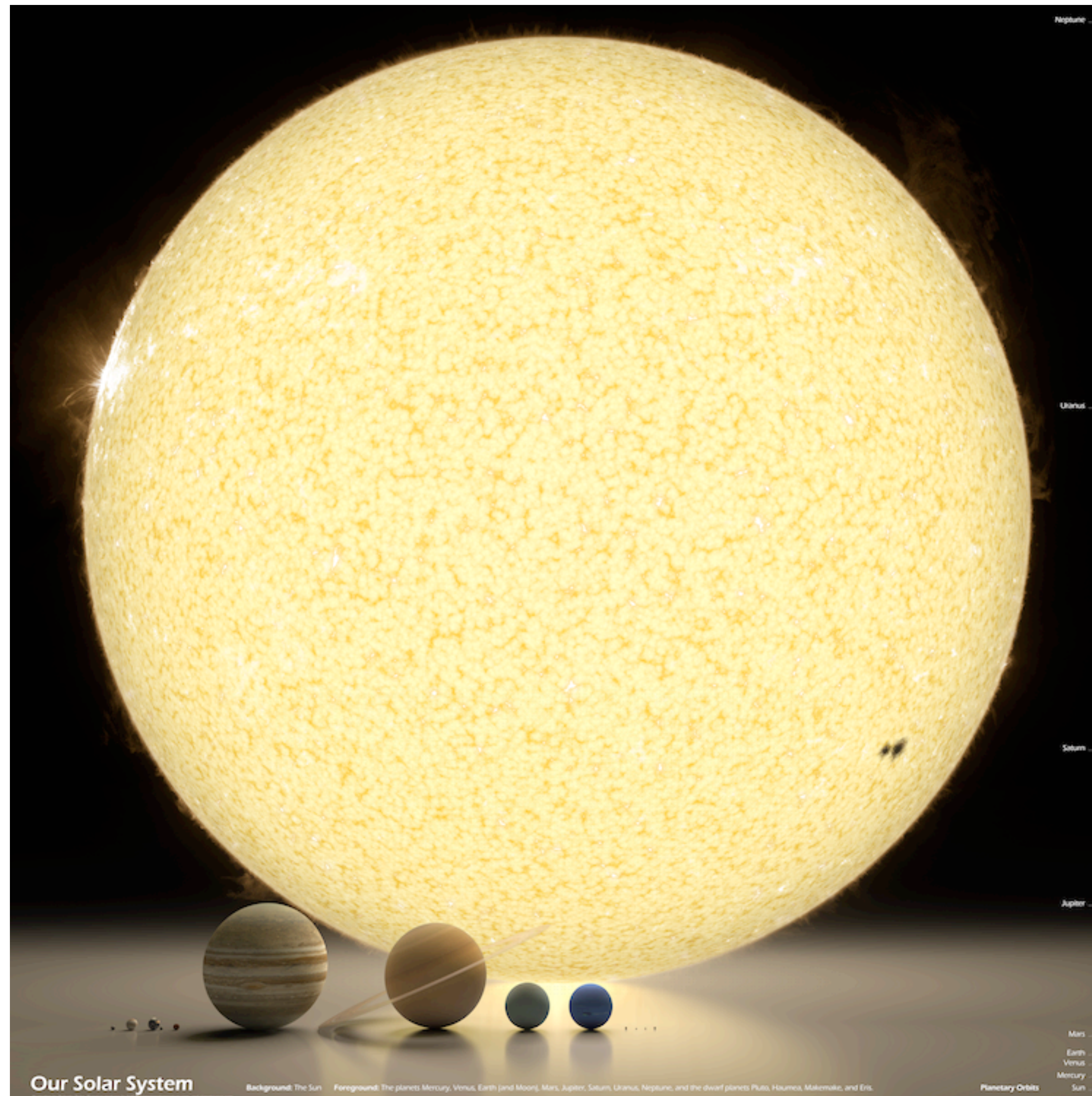
Si la distancia de la Tierra al Sol es...

- ▶ Si asumimos que del Sol a la Tierra hay la distancia entre Priego y Córdoba
 - ▶ Mercurio estaría en Lucena
 - ▶ Venus estaría en Fernán Núñez
 - ▶ Marte estaría en Motril
 - ▶ Júpiter estaría en Madrid
 - ▶ Saturno estaría en San Sebastián
 - ▶ Urano estaría en París
 - ▶ Neptuno estaría en Berlín
 - ▶ La sonda Voyager estaría en Sri Lanka
 - ▶ (La nube de Oort estaría a la distancia que está la Luna)

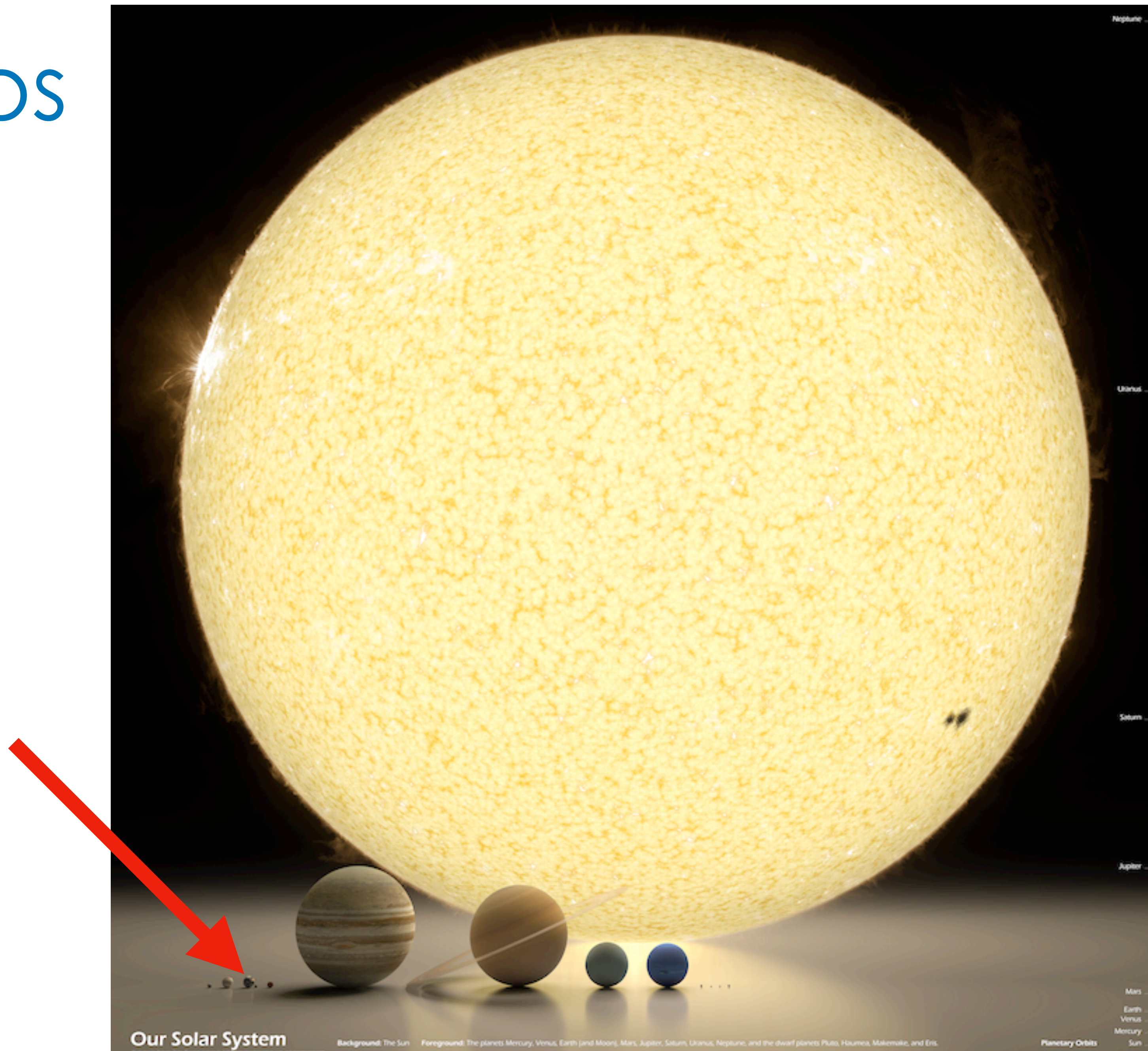
Más distancias...

- ▶ Si se tardase en ir de la Tierra a la Luna 1h y 15min
 - ▶ 3 semanas para ir de la Tierra al Sol
 - ▶ 3 meses para ir a Júpiter
 - ▶ 7 meses para ir a Saturno
 - ▶ 2 años para ir a Neptuno
 - ▶ 17.600 años para ir a Proxima Centauri
 - ▶ 35.000 años para ir a Sirio

Tamaños



Tamaños



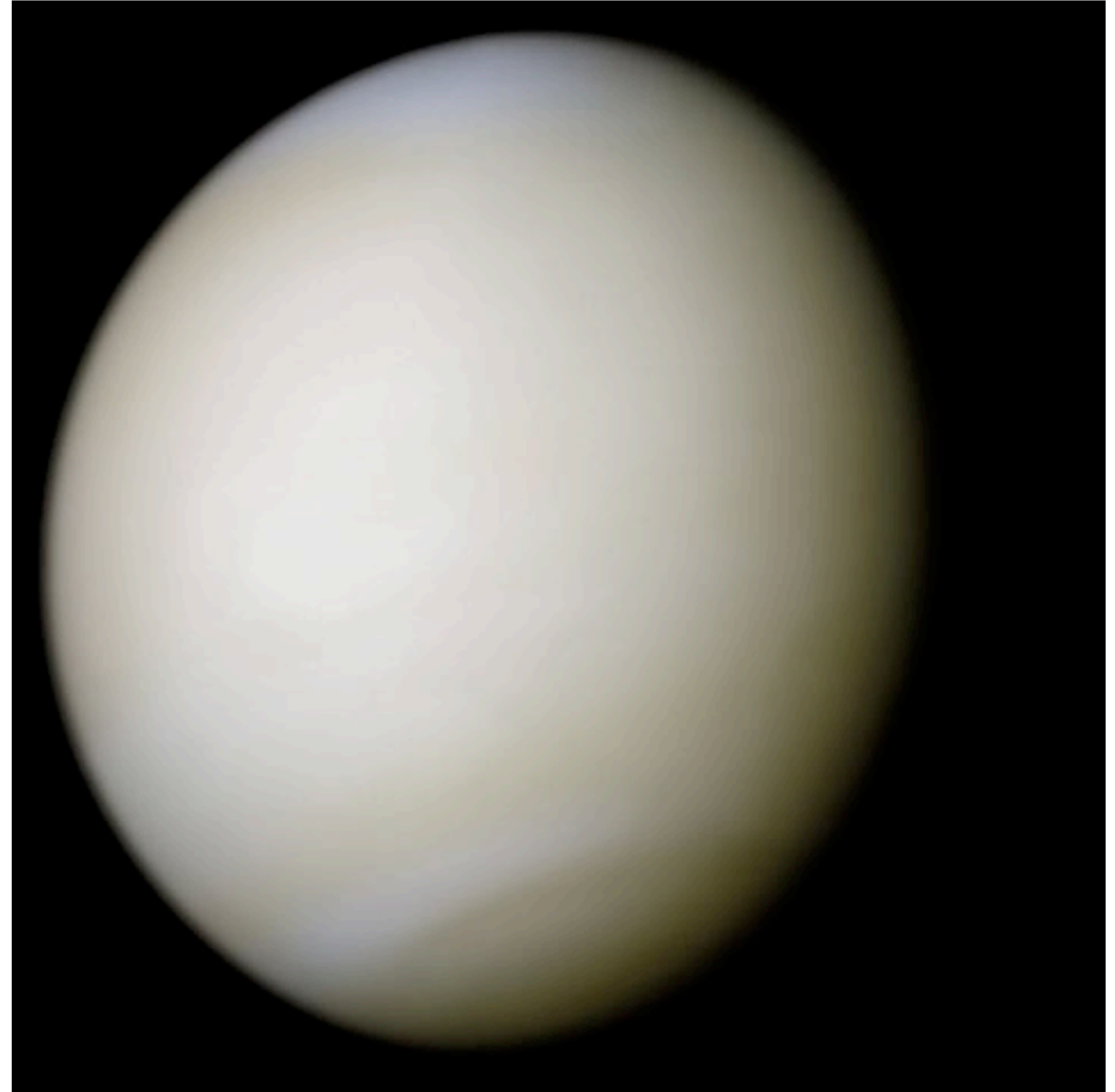
Mercurio

- ▶ Planeta más cercano y más pequeño. No tiene lunas
- ▶ Actualmente se dirige la nave BepiColombo de la ESA, que llegará en 2025
- ▶ Compuesto de 70% metales pesados y 30% roca, el más denso del sistema solar
- ▶ Periodo traslación = 88 días
- ▶ Periodo rotación = 58 días



Venus

- ▶ Planeta más similar a la Tierra. No tiene lunas
- ▶ Actualmente está orbitada por la sonda PLANET-C de la JAXA
- ▶ Tiene una atmósfera tremendamente densa, es el planeta más mortífero
- ▶ Periodo traslación = 224 días
- ▶ Periodo rotación = 243 días (retrógrado)

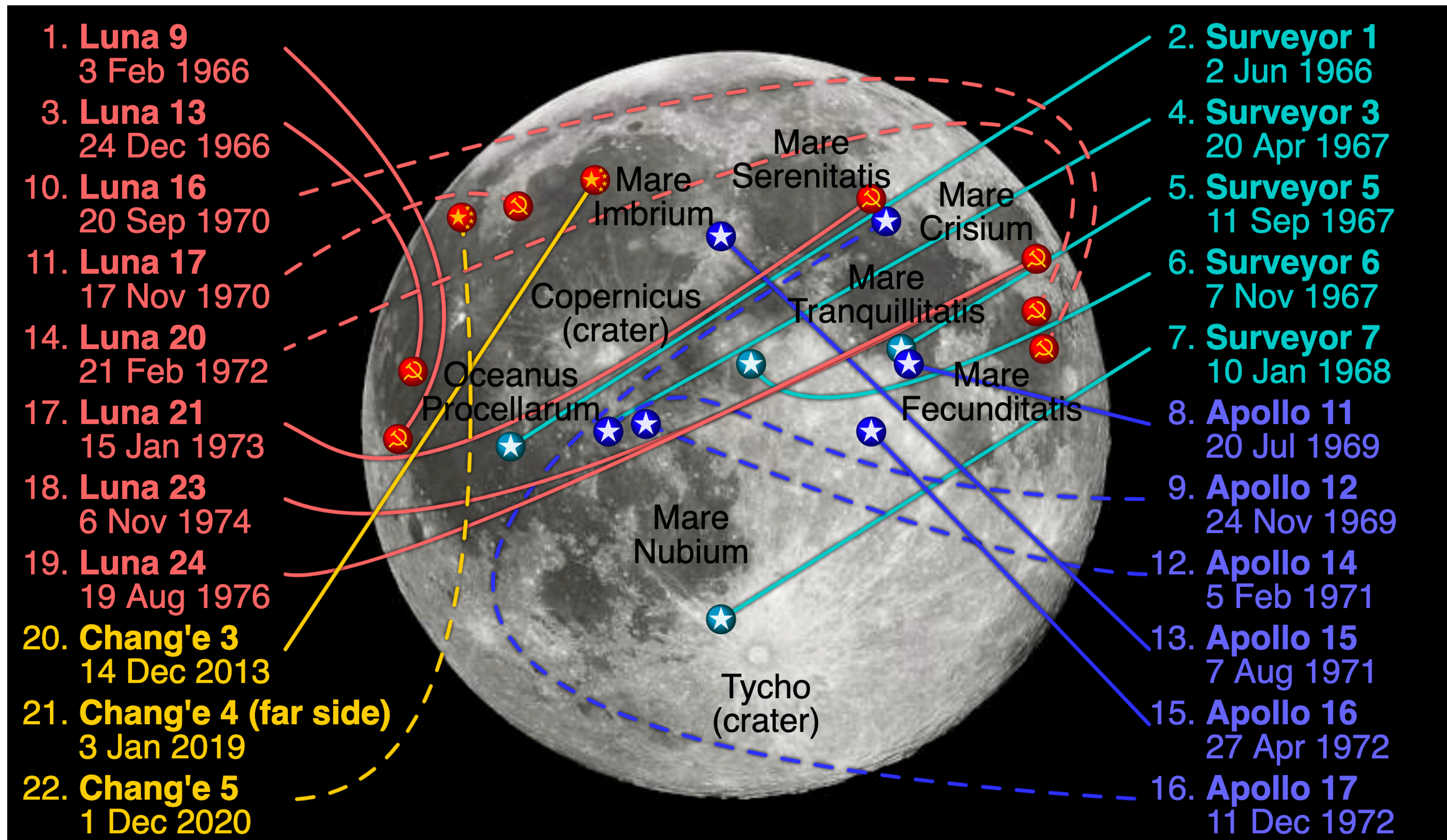


Luna

- ▶ Satélite natural de la Tierra, el 5º más grande del Sistema Solar
- ▶ 12 astronautas han pisado la Luna (18 orbitado) en 6 misiones
- ▶ Formación debida a un gran impacto de Tea con la Tierra
- ▶ Periodo traslación = 29 días
- ▶ Periodo rotación = 27 días



Luna



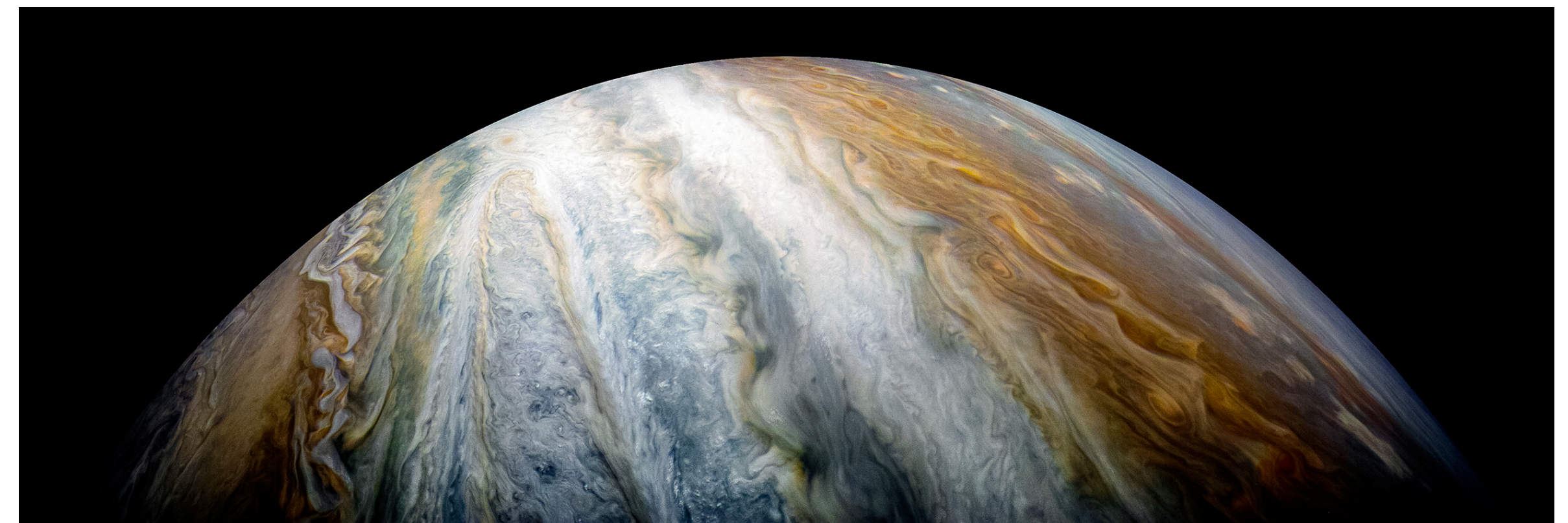
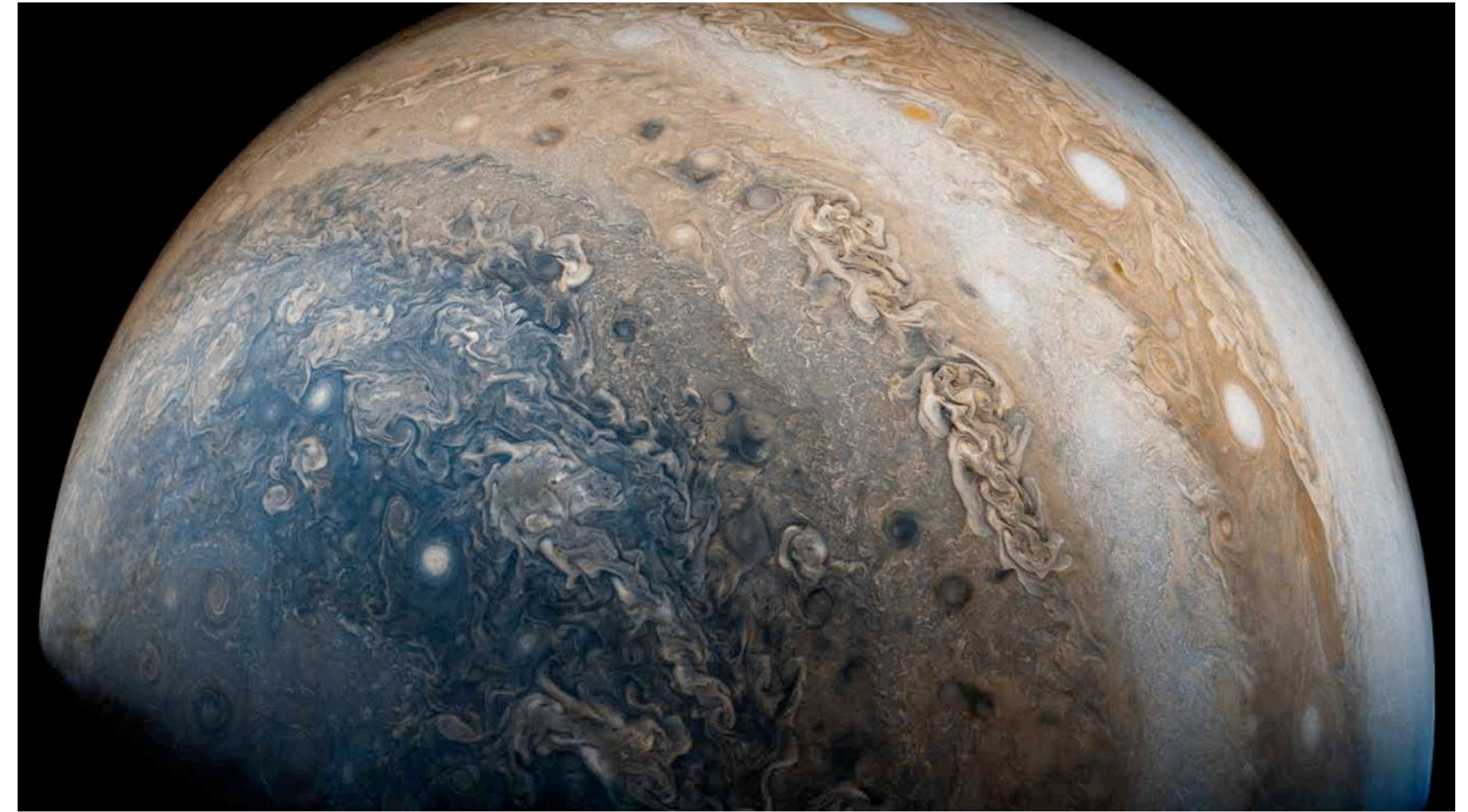
Luna

- ▶ Satélite natural de la Tierra, el 5º más grande del Sistema Solar
- ▶ 12 astronautas han pisado la Luna (18 orbitado) en 6 misiones
- ▶ Formación debida a un gran impacto de Tea con la Tierra
- ▶ Periodo traslación = 29 días
- ▶ Periodo rotación = 27 días



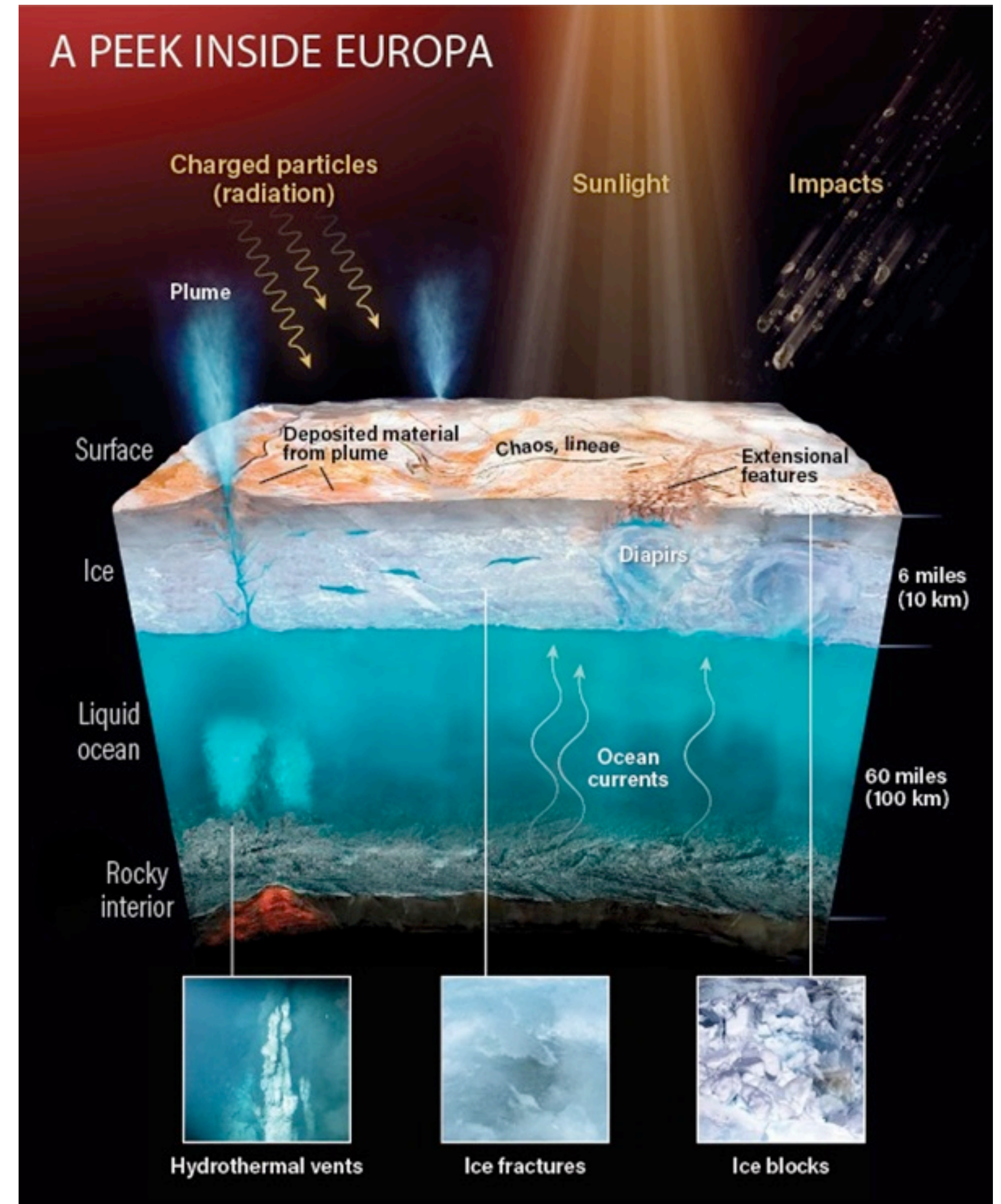
Júpiter

- ▶ Planeta más grande del Sistema Solar, más antiguo que el Sol
- ▶ Posee 79 satélites conocidos
- ▶ Actualmente está siendo orbitada por la sonda Juno
- ▶ Su composición interna es todavía un misterio
- ▶ Periodo traslación ~ 12 años
- ▶ Periodo rotación = 10 horas



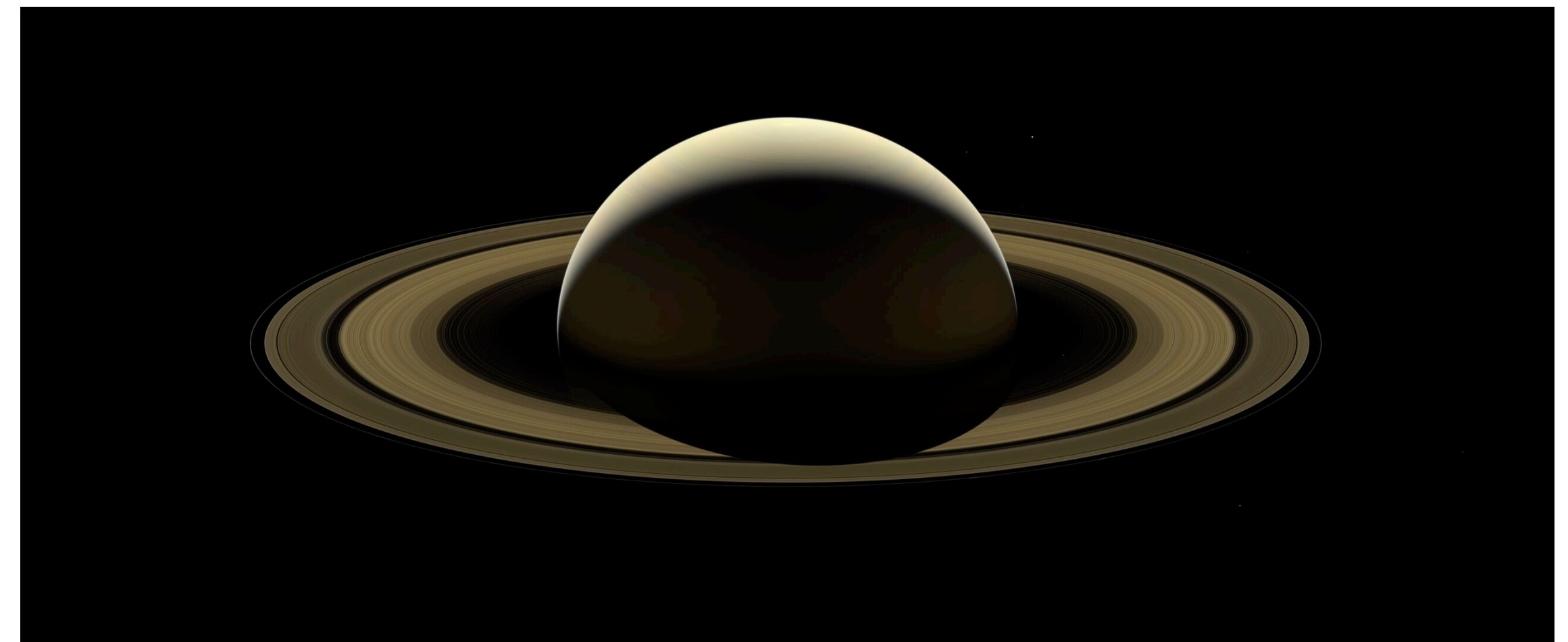
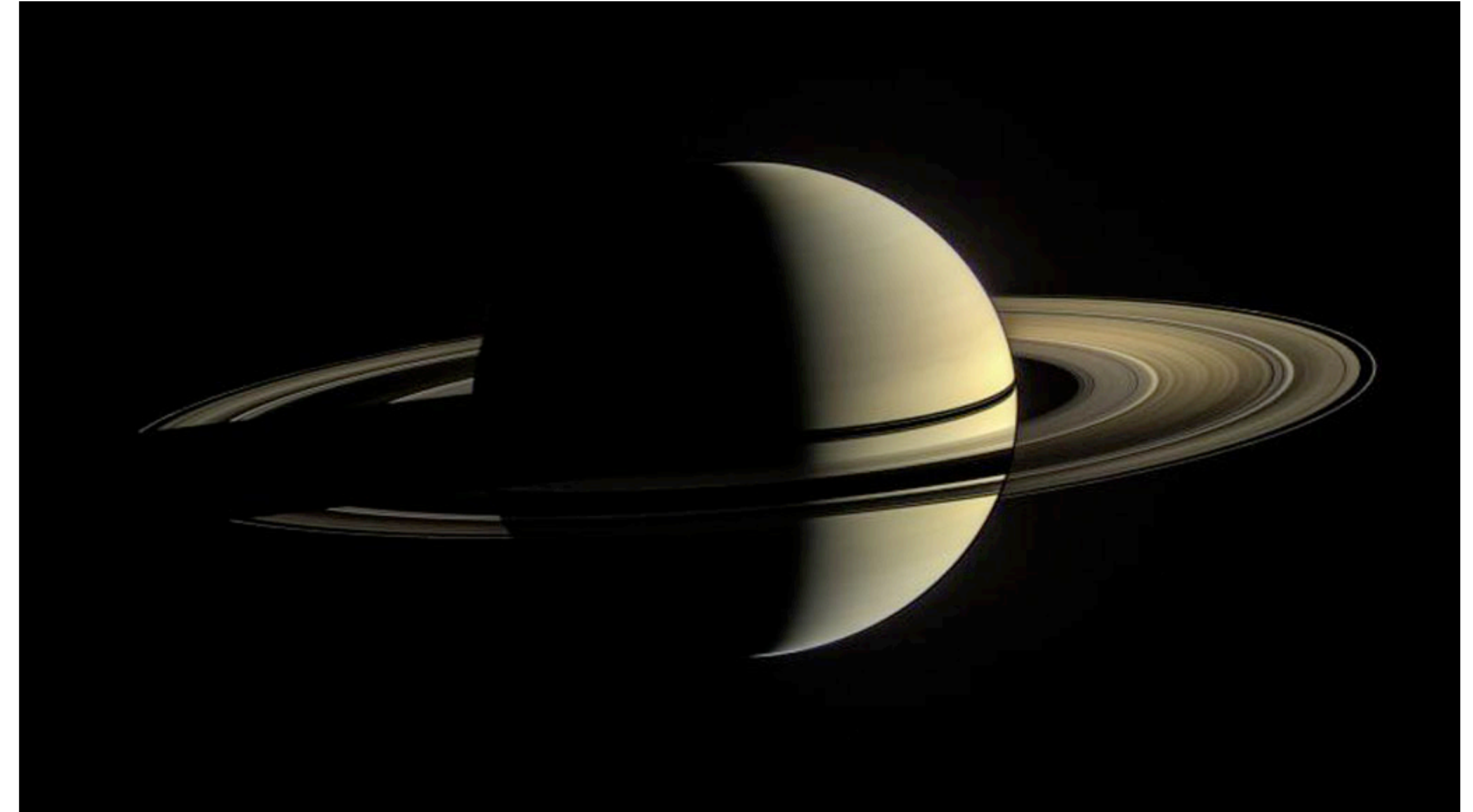
Europa

- ▶ Una de las lunas galileanas de Júpiter más interesantes es Europa
- ▶ Su superficie es muy lisa y joven, probablemente debido a un océano debajo de su superficie
- ▶ El calor de las fuerzas de marea y la actividad geológica podría mantener el agua líquida en el interior y existir vida en ella
- ▶ Misiones futuras (JUICE de la ESA) estudiarán esta posibilidad



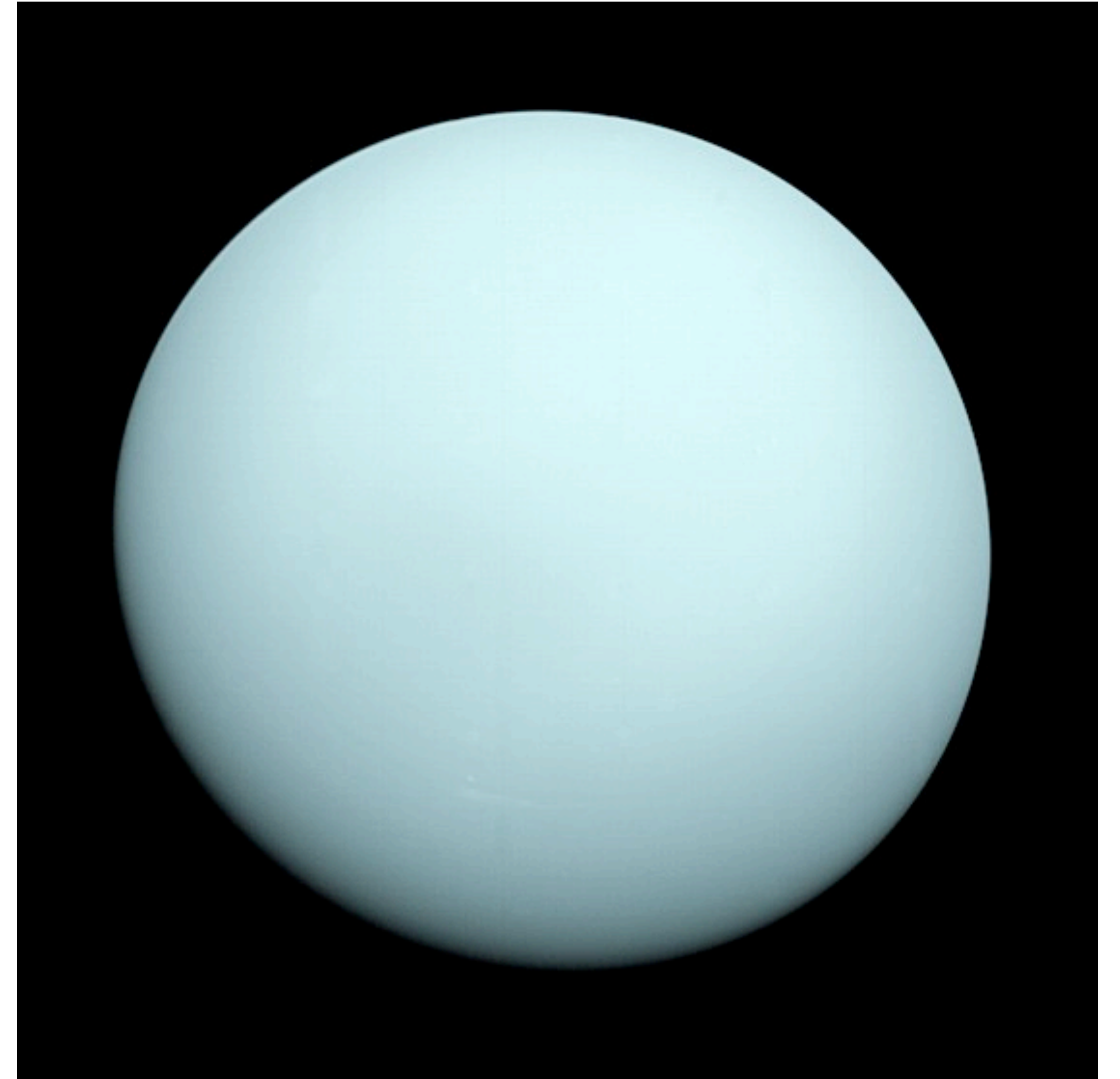
Saturno

- ▶ Segundo planeta más grande, famoso por sus imponentes anillos
- ▶ Posee 200 satélites observados (82 con órbitas regulares). Encélado es la más interesante por sus géiseres
- ▶ Hasta hace el 2017 estuvo orbitada por la sonda Cassini
- ▶ Composición similar a Júpiter (96% hidrógeno, 3% helio)
- ▶ Periodo traslación ~ 29,5 años
- ▶ Periodo rotación = 10,5 horas



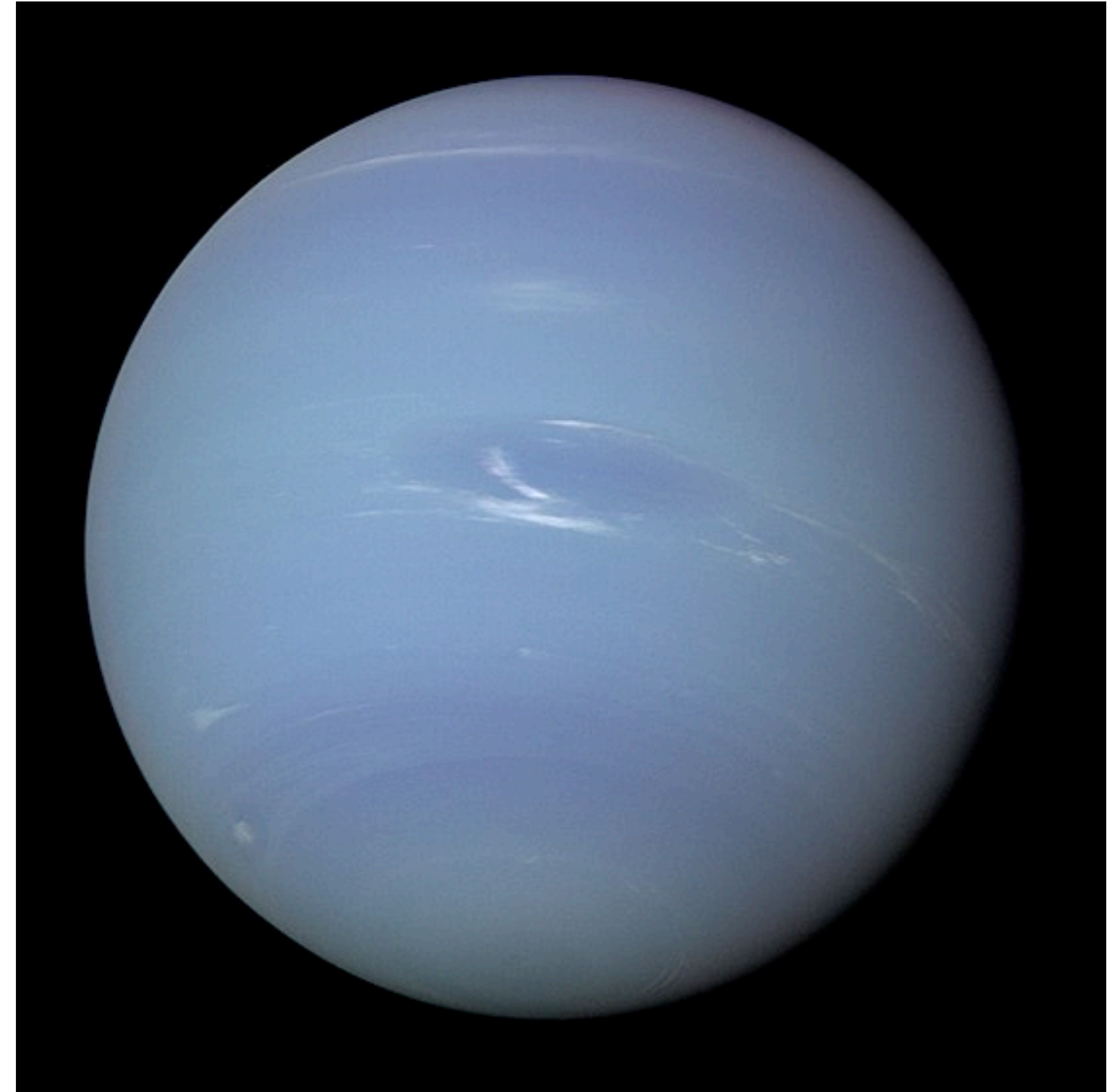
Urano

- ▶ Gigante helado, con la atmósfera más fría del sistema solar
- ▶ Su eje de rotación es casi paralelo al de traslación
- ▶ Posee 27 satélites
- ▶ Visitada únicamente por la Voyager 2
- ▶ Composición rica en hielos de agua, amoníaco, metano e hidrocarburos
- ▶ Periodo traslación ~ 84 años
- ▶ Periodo rotación = 17 horas (retrógrado)

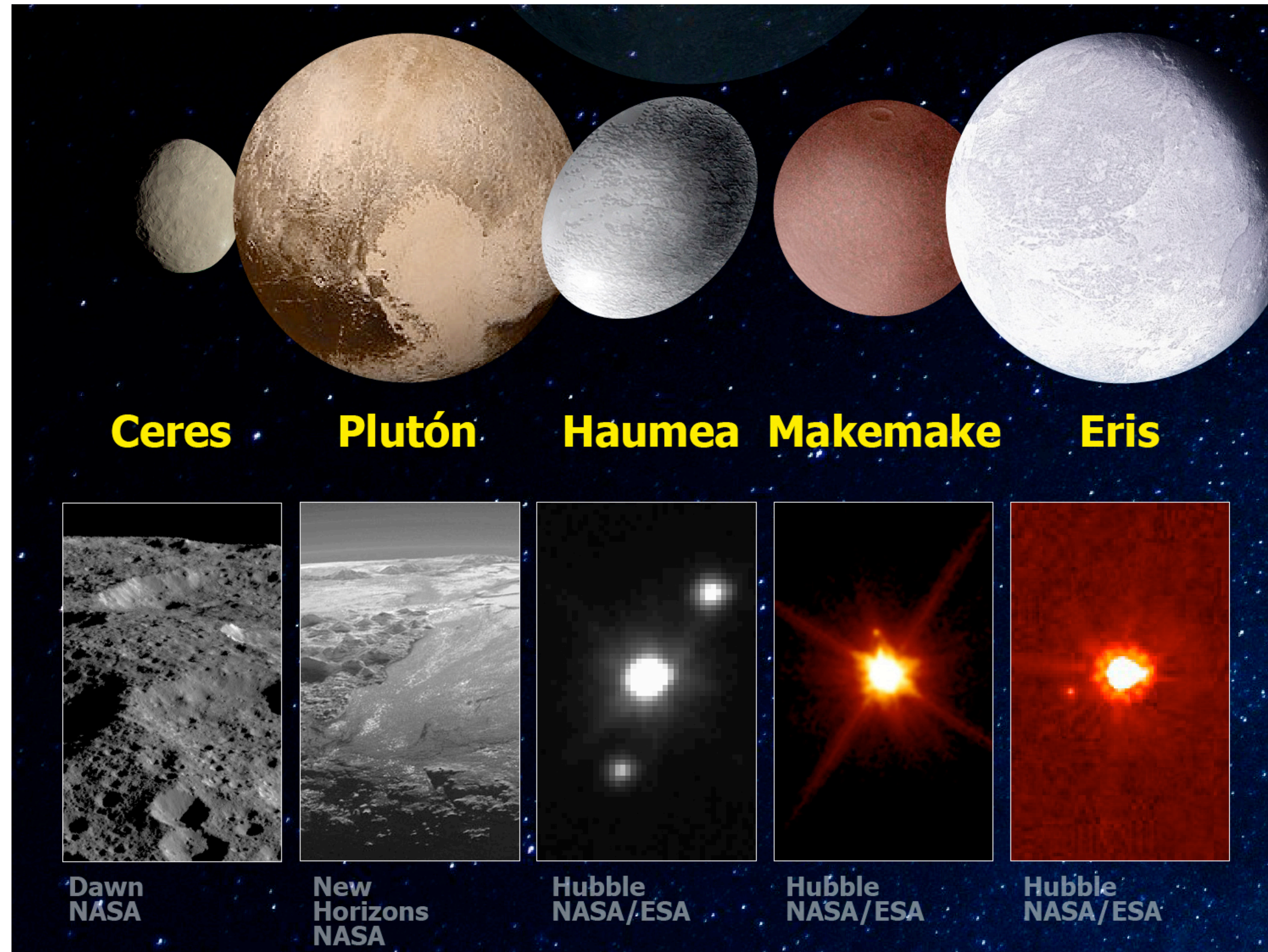


Neptuno

- ▶ Gigante helado, el más lejano del sistema solar
- ▶ Descubierto debido a las anomalías de la órbita de Urano
- ▶ Posee 14 satélites
- ▶ Visitada únicamente por la Voyager 2
- ▶ Composición similar a Urano, pero con alta actividad atmosférica
- ▶ Periodo traslación ~ 164 años
- ▶ Periodo rotación = 16 horas

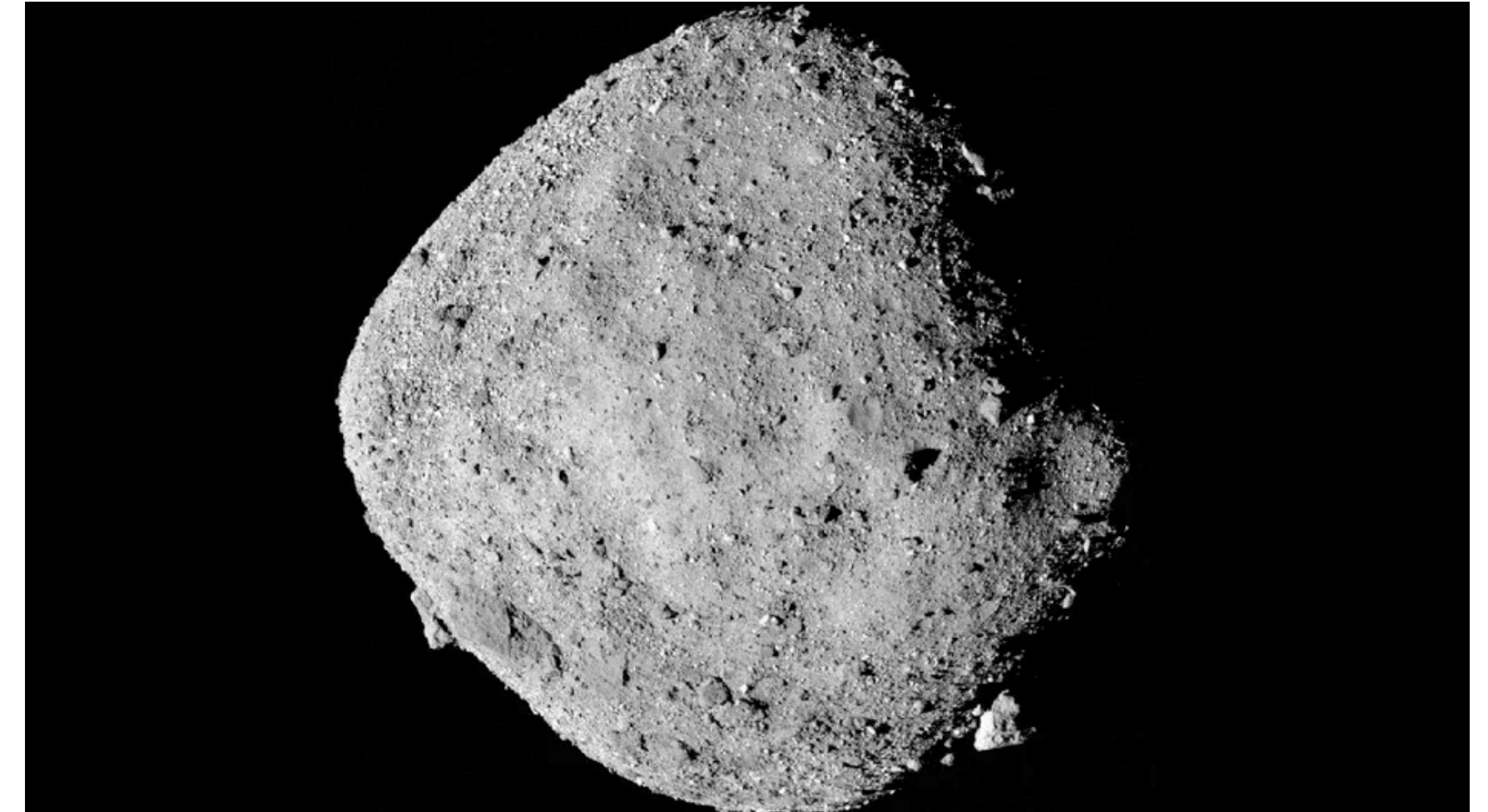


Planetas enanos



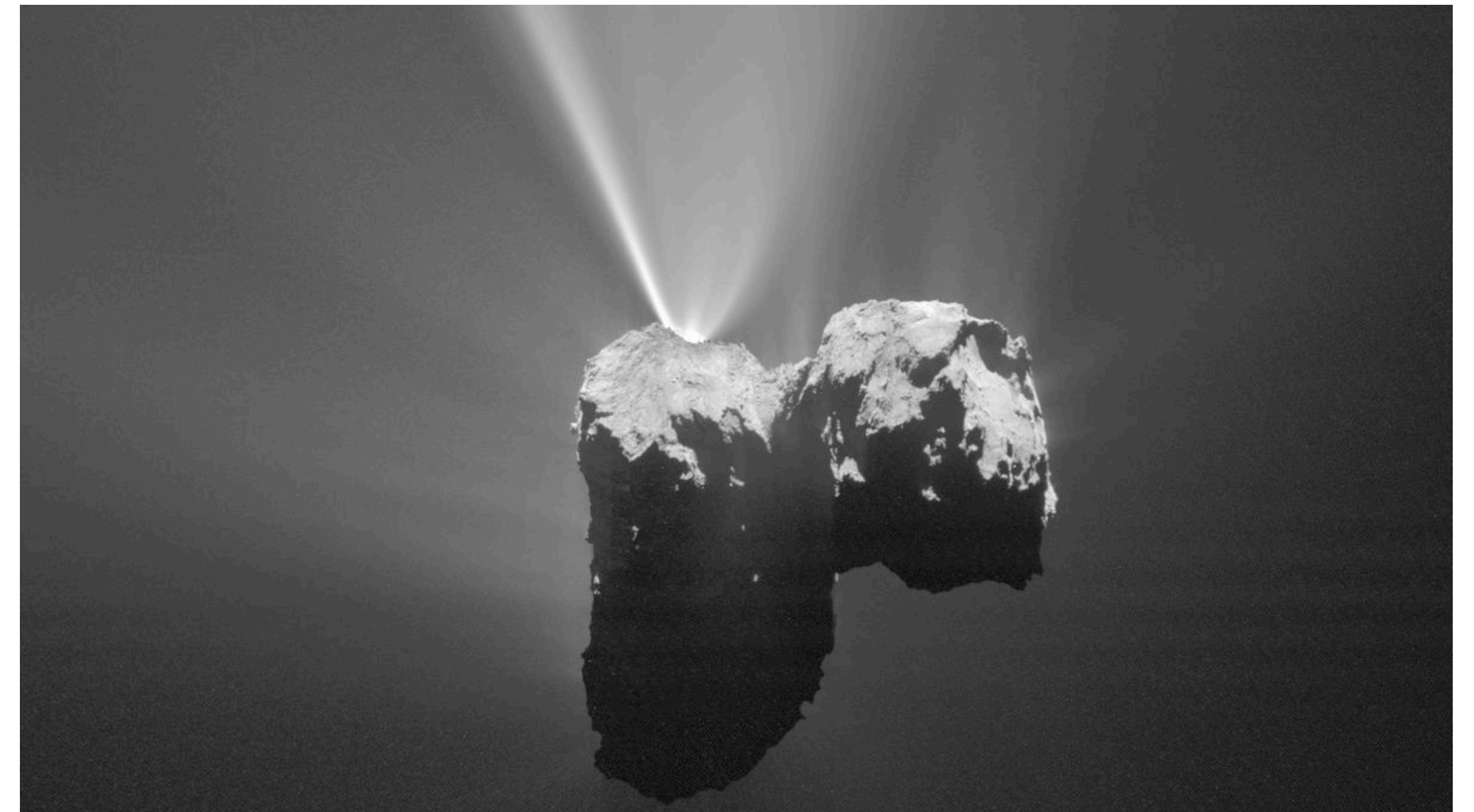
Cuerpos menores: asteroides

- ▶ Compuestos por roca y metales
- ▶ Orbitan el Sol a distancias inferiores a Neptuno, la mayoría entre Marte y Júpiter
- ▶ Tienen tamaños entre unos pocos metros y 1.000 km
- ▶ Se conocen más de 10.000 asteroides cercanos a la Tierra
- ▶ Las misiones Hayabusa 1, 2 y OSIRIS-REx han estudiado los asteroides Itokawa, Ryugu y Bennu, respectivamente



Cuerpos menores: cometas

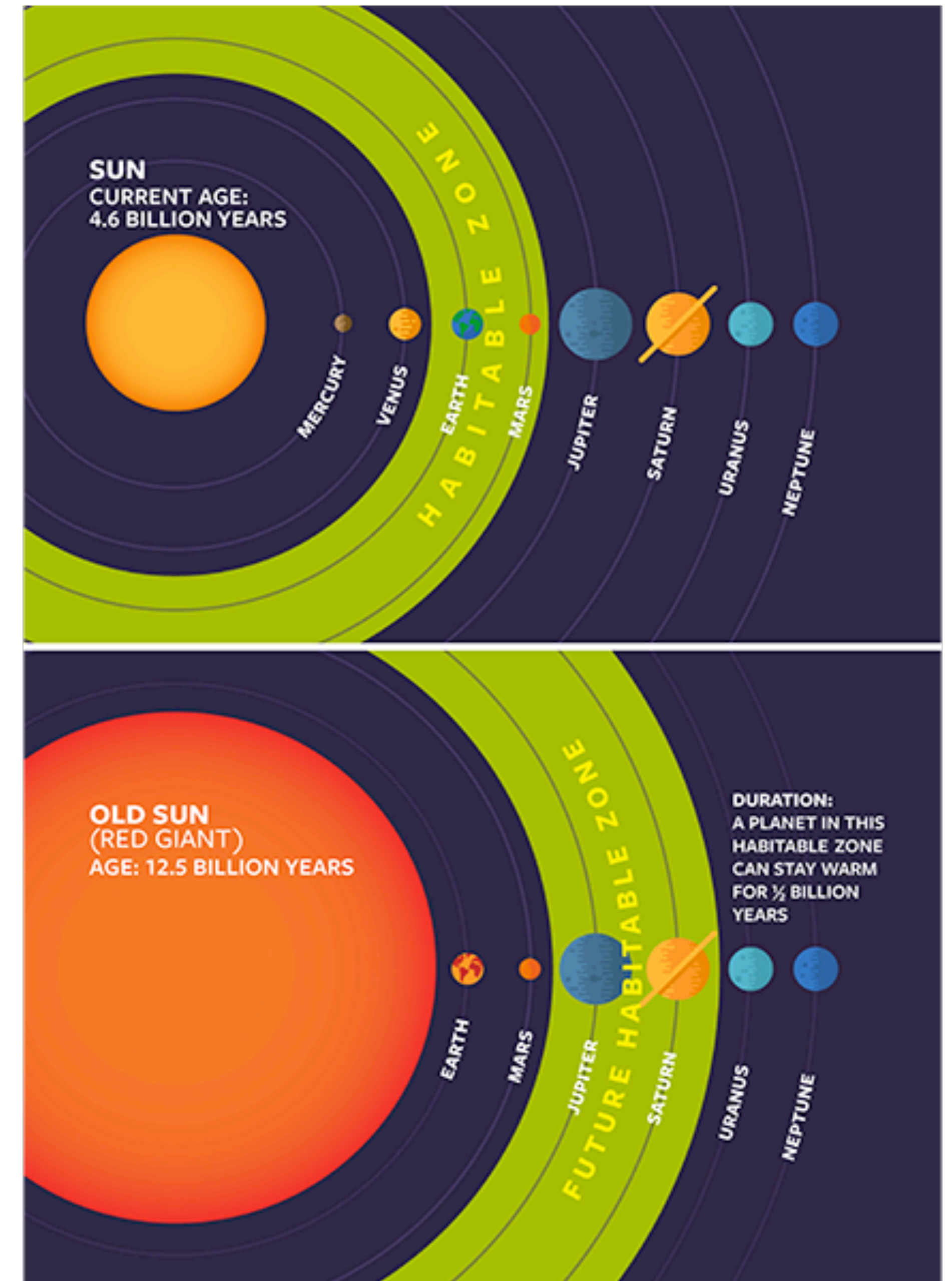
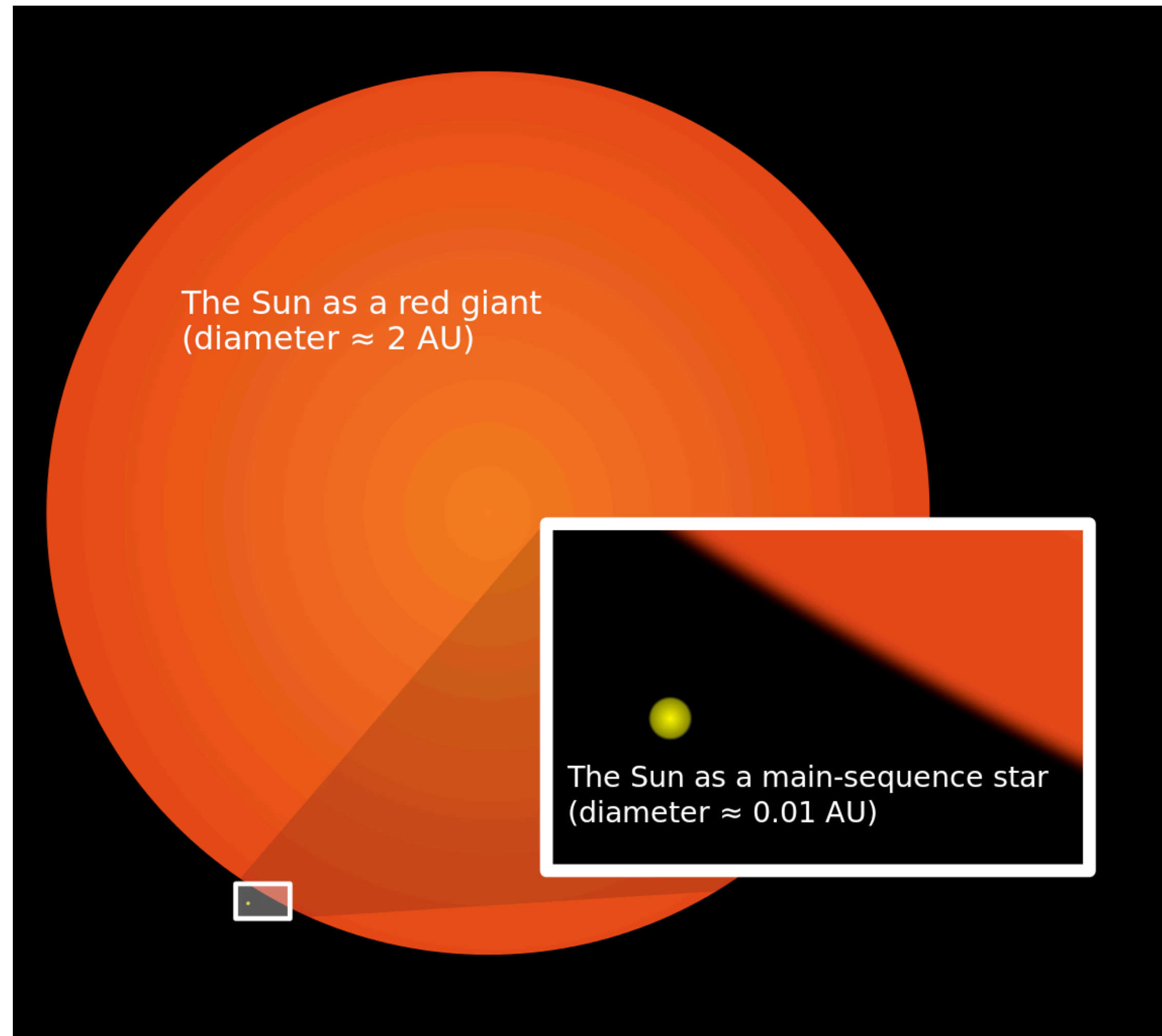
- ▶ Compuestos por hielo, polvo y rocas
- ▶ Orbitan el Sol en trayectorias elípticas de gran excentricidad
- ▶ Forman dos colas al acercarse al Sol: la cola iónica y la cola de polvo
- ▶ Se conocen más de 4.500 cometas y muchos son periódicos
- ▶ Proceden de la nube de Oort y del cinturón de Kuiper, aunque esto es altamente debatible



Futuro del Sistema Solar

- ▶ El sistema solar continuará prácticamente como lo conocemos hasta dentro de 4.500 millones de años
- ▶ En ese momento el Sol agotará todo el hidrógeno en su interior, se colapsará y elevará su temperatura tanto que empezará a fusionar helio por un breve tiempo. Durante esa fase se convertirá en una gigante roja
- ▶ El sol en expansión engullirá a Mercurio y Venus y hará inhabitable a la Tierra
- ▶ Tras fusionar helio durante un breve tiempo, las reacciones nucleares cesarán y las capas externas de la estrella se perderán por el espacio en forma de nebulosa planetaria
- ▶ En el centro quedará una enana blanca, con la mitad de la masa original del Sol y un tamaño similar a la Tierra, uno de los objetos más densos conocidos

Futuro del Sistema Solar



Futuro del Sistema Solar

